



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00763**

(22) Data de depozit: **19/11/2019**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/09/2021** BOPI nr. **9/2021**

(41) Data publicării cererii:
29/05/2020 BOPI nr. **5/2020**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:
• **FODOREAN DANIEL, STR. MOGOȘOAI
NR. 2, BL. F, SC. 2, AP.12, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2012/0146448 A1; US 6064134 A

(54) **MOTOR SINCRON REACTIV DE 2 POLI MAGNETICI,
CU ROTOR MODULAR ȘI TOLE AXIALE**



RO 134151 B1

1 Invenția se referă la un motor electric dedicat sistemelor de antrenare electrică cu
viteză variabilă în general, folosit în particular pentru propulsia vehiculelor electrice.

3 Un motor sincron reactiv (MSR) funcționează pe principiul alinierii rotorului (pasiv) cu
câmpul magnetic produs de înfășurarea polifazăată statorică alimentată în curent alternativ.
5 MSR este special dedicat aplicațiilor cu plajă largă de funcționare în viteză, fiind caracterizat
de un raport ridicat al inductivităților pe cele două axe: cea directă (axa d a mașinii) și cea
7 în cuadratura (axa q a mașinii). MSR are, de asemenea, un avantaj clar în ceea ce privește
costul redus al materiei prime din care este confecționat, în componența sa intrând doar
9 cupru și oțel electrotehnic. Statorul poate avea o configurație comună de înfășurare distri-
buită similară motoarelor de inducție polifazate. Pe de altă parte, construcția rotorului MSR
11 este de obicei particulară, datorită barierelor de flux ale rotorului masiv, sau a tolelor dispuse
axial (și a barierelor de flux corespunzătoare). Structura cu rotor masiv prezintă avantajul
13 simplității constructive, în schimb implică încălzire locală și pierderi mai mari, precum și
vibrații și zgomot datorită efectului de ventilator al rotorului cu întrefier variabil. Dispunerea
15 axială a tolelor, de obicei pentru structuri de 4 poli magnetici (un număr mai mare de poli fiind
 greu de realizat) prezintă două avantaje majore: în primul rând această structură oferă o
17 capabilitate de funcționare în viteză, în regim de slăbire de flux, de până la 20 de ori viteza
nominală, iar factorul de putere poate ajunge la valori similare motoarelor de inducție.
19 Structura cu tole axiale prezintă două dezavantaje majore: în primul rând prezența
șuruburilor necesare prinderii tolelor la ax produce o saturație locală la perforarea tolelor; în
21 al doilea rând, tăierea tolă cu tolă la lungime corespunzătoare, în vederea construirii unui
rotor perfect cilindric, determină o creștere a complexității și a costului de fabricație a acestui
23 MSR. Un dezavantaj comun al celor două configurații amintite de MSR este nivelul ridicat
al riplurilor de cuplu, care limitează capabilitatea controlului și care, în plus, induce vibrații
25 și zgomote suplimentare la turații ridicate.

27 O soluție pentru limitarea riplurilor de cuplu la MSR oarecare este oferită de
înclinarea statorului, având însă ca efect secundar limitarea factorul de bobinaj și prin urmare
a cuplului produs de motor. În schimb, la noua soluție de MSR propus, rotorul va avea efect
29 de "înclinare" în baza modulelor de tole axiale decalate, fără a reduce capabilitatea de cuplu
a statorului și reducând nivelul riplurilor de cuplu.

31 Stadiul cunoscut al tehnicii face referire la multe MSR având rotoare alcătuite din mai
multe module.

33 Astfel, cererea de brevet **US 2012/0146448 A1** se referă la un rotor pentru o mașină
sincronă polifazăată alcătuit dintr-o pluralitate de module formate din tole axiale, module fixate
35 între două plăci suport, circulare, nemagnetice și dispuse într-o succesiune axială pe un ax
comun, fixate între ele cu adezivi sau cu șuruburi ce trec dintr-un capăt la celălalt al rotorului,
37 astfel încât se poate renunța la axul comun de fixare.

39 Cererea de brevet **US 6064134 A** se referă la un rotor pentru o mașină sincronă
polifazăată, rotor alcătuit din mai multe segmente dispuse pe un ax, segmente în formă de
41 stea cu patru colțuri pe care sunt fixate tole axiale prin intermediul unor benzi dispuse
circumferențial și care poate funcționa la viteze ridicate având un zgomot redus.

43 Dezavantajul soluțiilor de mai sus este nivelul ridicat al riplurilor de cuplu, care
limitează capabilitatea contrulului și care, în plus, induce vibrații și zgomote suplimentare la
turații ridicate.

45 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în scăderea nivelului riplurilor de
cuplu și implicit reducerea vibrațiilor și a zgomotelor suplimentare la turații ridicate în cazul
47 unui motor sincron reactiv de 2 poli magnetici cu rotor modular și tole axiale.

RO 134151 B1

Motorul sincron reactiv de 2 poli magnetici, cu rotor modular și tole axiale conform invenției este alcătuit dintr-un stator polifazat, un rotor fără ax având doi poli magnetici și realizat din tole dispuse axial în cinci pachete, decalate între ele cu 1/5 din unghiul pasului danturii statorice, pachete de tole fiind prinse în niște tuburi de consolidare din material nemagnetic cu ajutorul a doi pereți paraleli și drepți formându-se astfel cinci module interconectate cu niște șine de secțiuni trapezoidală în mod "tată-mamă" iar pentru transmisia cuplului, la capetele rotorului, sunt două piese cilindrice, cu două diametre, conectate la rotorul modular prin intermediul șinelor trapezoidale menționate.	1
Prezenta invenție oferă o serie de avantaje, enumerate în continuare:	9
- utilizarea tolelor axiale la structura de 2 poli oferă conduce la maximizarea factorului de putere al MSR;	11
- configurația de rotor pasiv, cu 2 poli magnetici și tole axiale oferă cel mai mare raport de inductanțe, determinând astfel funcționarea în cea mai largă plajă de valori de viteză;	13
- limitarea numărului de poli magnetici permite utilizarea celei mai reduse frecvențe de alimentare posibile la o viteză dată, efectul fiind diminuarea pierderilor în fier și creșterea randamentului;	15
- construirea modulară a rotorului permite o diminuare importantă a riplurilor de cuplu, precum și reducerea vibrațiilor și a zgomotului din mașină, fără a limita nivelul cuplului prin reducerea forței magnetomotoare (lucru care se petrece la înclinarea statorului);	19
- eliminarea șuruburilor de consolidare care perforează tolele și implicit a suprasaturației locale rezultate;	21
- eliminarea efectului de ventilator al rotorului clasic al MSR și limitarea vibrațiilor, zgomotelor și a cuplului de frecări vâscoase datorită întrefierului constant pe circumferința rotorului;	23
- inerția MSR nu este afectată întrucât tubul de consolidare are două spații de aer pe modul, între partea cilindrică și cea cu pereți drepți;	27
- cuplul motorului este transmis la sarcină cu ajutorul unei piese cilindrice compacte având două diametre, fără a folosi șuruburi sau elemente care să perforeze partea activă a miezului rotoric.	29
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile care reprezintă:	31
- fig. 1, vedere în secțiune a MSR de 2 poli, cu rotor modular și tole axiale;	33
- fig. 2, vedere 3D "explodată" a rotorului modular cu tole axiale și tub de consolidare;	35
- fig. 3, vedere 3D (stânga) și vedere 2D (dreapta) a rotorului;	35
- fig. 4, vedere 3D a pieselor cilindrice compacte cu două diametre folosite la conectarea rotorului la sarcină și sistemul șină-locaș de conectare la tubul de consolidare;	37
- fig. 5, vedere 3D în detaliu a șinele și locașurile de ghidare pentru interconectarea modulelor rotorului și structura tubului de consolidare.	39
Conform figurilor indicate anterior, rotorul modular al MSR de doi poli magnetici, cu tole axiale, este construit astfel:	41
- miezul rotoric 1 din material de oțel electrotehnic este format din tole dispuse axial;	43
- miezul rotoric 1 se compune de cinci module de tole axiale, decalate fiecare între ele cu un unghi corespunzător la 1/5 din pasul dentar al MSR. Astfel, pe toată lungimea mașinii înclinarea echivalentă a rotorului 1 va fi la un unghi corespunzător pasului dentar;	45
- îmbinarea modulelor de rotor din tole axiale 1 se realizează folosind un tub de consolidare din material nemagnetic 3 , care are două componente circulare 3a spre întrefierul MSR, folosite pentru a limita efectul de ventilator al rotorului 1 , precum și două componente drepte și paralele 3b care să mențină compact tolele axiale în fiecare modul de rotor 1 ;	47
	49

RO 134151 B1

1 - tubul de consolidare **3** conține un spațiu de aer **4** între o componentă circulară **3a**
și o componentă dreaptă **3b** a tubului nemagnetic de consolidare **3**;

3 - îmbinarea a două module succesive de rotor cu tole axiale **1** se realizează cu
ajutorul șinelor cu secțiune trapezoidală din material nemagnetic masiv **5a** (având profil de
5 conector de tip "tată") care aparțin de un modul de rotor **1** și care glisează în locașul de ghi-
dare **5b** de la modulul de rotor **1** imediat următor; aceste șine și locaș de ghidare sunt mon-
7 tate la interiorul componentei circulare **3a** a tubului de consolidare **3**;

9 - transferul cuplului și turației înspre sarcină se realizează cu ajutorul unei piese
cilindrice compacte **6** care are două nivele de diametru: un diametru care reprezintă axul
MSR și se conectează la sarcină, iar al doilea diametru fiind conectat la tubul nemagnetic
11 de consolidare **3**; conectarea piesei cilindrice compacte cu două diametre **6** la rotorul **1** se
realizează prin sistemul de șine **5a** care glisează în locașul de ghidare **5b** al tubului
13 nemagnetic de consolidare **3**.

15 Referințe bibliografice:

17 [1] Self-cascaded reluctance motor with axially laminated rotor, US 4459502 A,
10 July 1984, Inventors Ahmed M. El-Antably, Applicant Westinghouse Electric Corp.

19 [2] Reluctance type synchronous motor, US 5801478 A, 1 Sep 1998, Inventors
Masayuki Nashiki, Applicant Okuma Corporation.

21 [3] Rotor for a synchronous reluctance machine, US 6064134 A, 16 May 2000,
Inventors Ahmed Mostafa El-Antably, Moshen M. Erfanfar, Ronald Allen Martin, Applicant
23 General Motors Corporation.

[4] Reluctance motor having magnetic poles formed by laminating steel plates in
25 circumferential direction, EP 0818870 A1, Publication date 14 Jan 1998, Inventors Masam
Hirako, Yasutomo Kawabata, Tetsuya Miura, Applicant Toyota Jidosha Kabashuki Kaisha.

27 [5] Modular Rotor For Synchronous Reluctance Machine, US 20120146448 A1,
Publication date 14 Jun 2012, Inventors Reza Rajabi Moghaddam, Yujing Liu, Cedric
29 Monnay, Pierluigi Tenca.

RO 134151 B1

Revendicări

1. Motorul sincron reactiv cu 2 poli magnetici, cu rotor modular și tole axiale **caracterizat prin aceea că** rotorul (1) este alcătuit din cinci module identice de tole axiale, module cuplate între ele și decalate unul față de altul cu 1/5 din unghiul pasului danturii, tolele axiale fiind împachetate împreună pentru a forma un tub (3) de consolidare, realizat din material nemagnetic și compus din niște elemente (3a) circulare și doi pereți (3b) paraleli și drepți, fiecare modul al tubului (3) de consolidare având două spații (4) de aer, prevăzute pentru a preveni creșterea inerției motorului, la nivelul spațiilor (4) de aer, modulele consecutive fiind interconectate cu ajutorul unor șine (5a) de formă trapezoidală cu profil de conector tip "tată" care sunt introduse în niște locașuri (5b) de ghidare prevăzute în partea inferioară a tubului (3) de consolidare și având un profil de conector tip "mamă". 3 5 7 9 11
2. Motor sincron reactiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** tolele axiale ale rotorului (1) sunt menținute împreună cu pereți (3b) de consolidare confecționați din material nemagnetic. 13 15
3. Motor sincron reactiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** fiecare modul al rotorului (1) având partea cilindrică a tubului (3) de consolidare înspre întrefier, determina obținerea unui întrefier constant care împiedică efectul de ventilator al rotorului (1) reducând vibrațiile, zgomotele și cuplul de frecări vâscoase. 17 19
4. Motor sincron reactiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** tubul (3) de consolidare are două spații (4) de aer care limitează creșterea greutateii și a inerției rotorului (1). 21
5. Motor sincron reactiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** fiecare modul al rotorului (1) cu tole axiale este conectat la următorul modul prin presare și folosind două șine (5a) trapezoidale masive și care sunt introduse în două locașuri (5b) de ghidare ale modulului alăturat. 23 25
6. Motor sincron reactiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** transmiterea cuplului rotorului (1) la sarcină se realizează printr-o piesă (6) cilindrică și compactă având două diametre și care se conectează la tubul (3) de consolidare prin intermediul unui sistem de șine (5a) de ghidare și locaș (5b) de ghidare. 27 29

(51) Int.Cl.

H02K 19/06 (2006.01);

H02K 1/22 (2006.01)

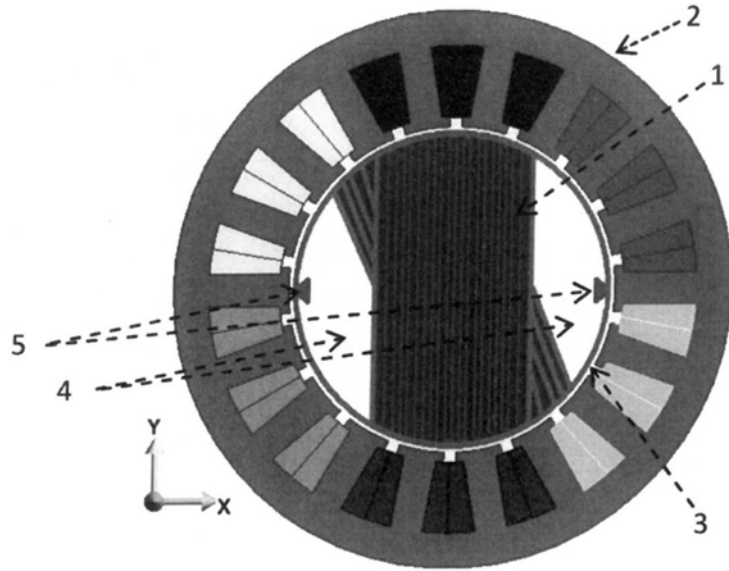


Fig.1

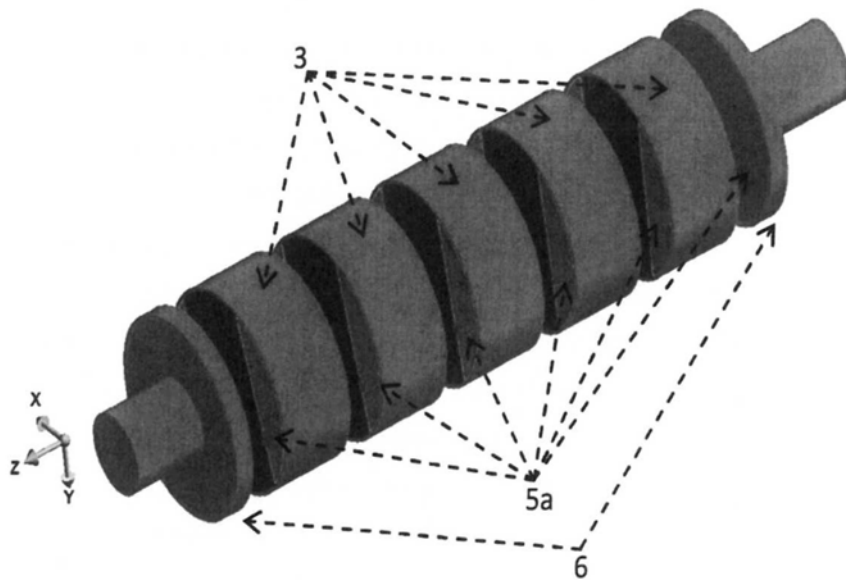


Fig. 2

(51) Int.Cl.

H02K 19/06 (2006.01);

H02K 1/22 (2006.01)

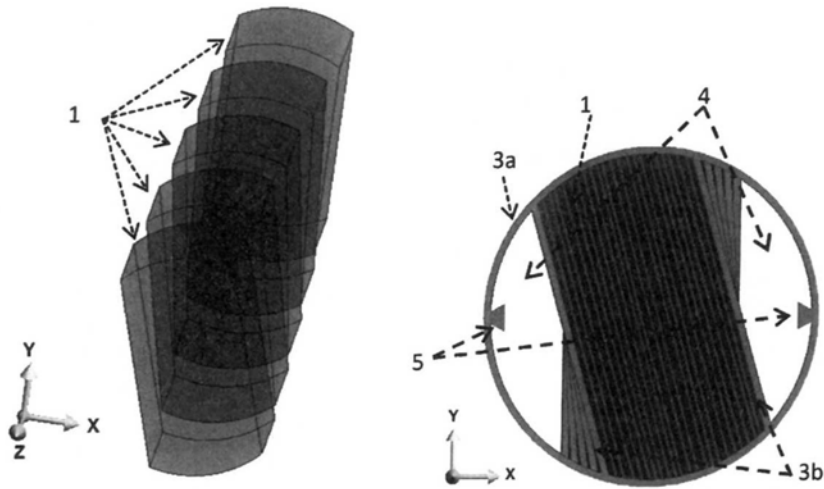


Fig. 3

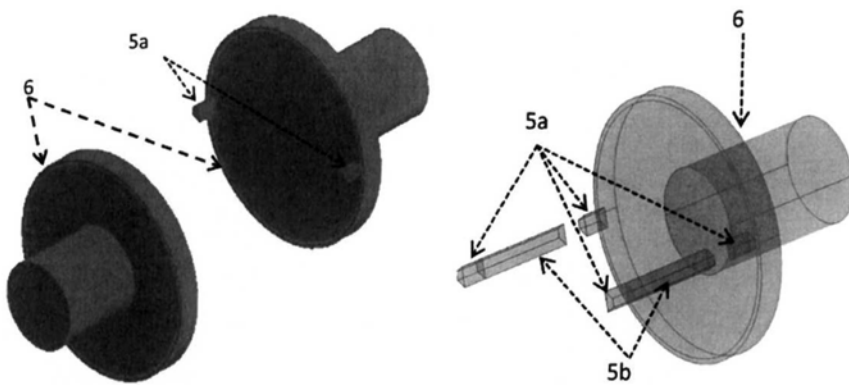


Fig. 4

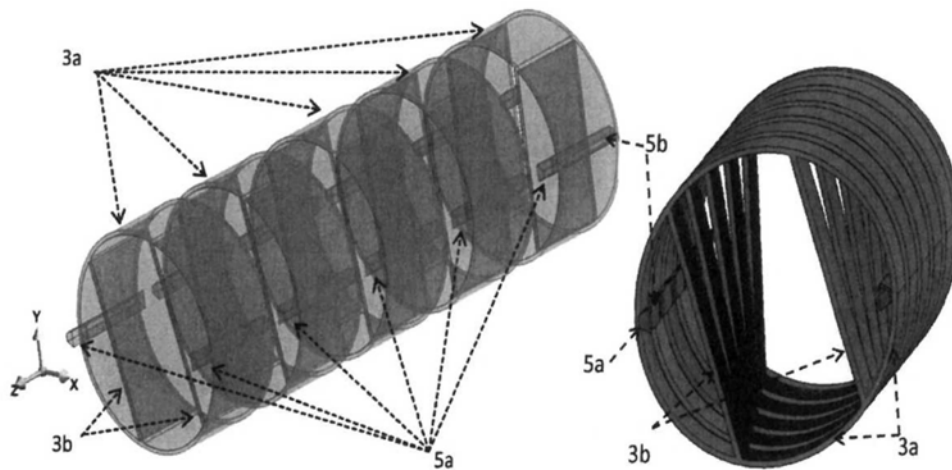


Fig. 5

